

Filter for sterilising aq. soln. e.g. dialysis liq. - where incoming liq. flows between 1st antechamber, and fibre interiors into 2nd antechamber

Publication number: DE4027531

Publication date: 1991-07-25

Inventor:

Applicant:

Classification:

- International: A61M1/18; B01D19/00; B01D61/20; B01D63/02;
A61M1/16; A61M1/16; B01D19/00; B01D61/20;
B01D63/02; A61M1/16; (IPC1-7): A61L2/00; A61M1/34;
B01D63/02; B01D69/12

- european: B01D19/00F; B01D61/20; B01D63/02

Application number: DE19904027531 19900831

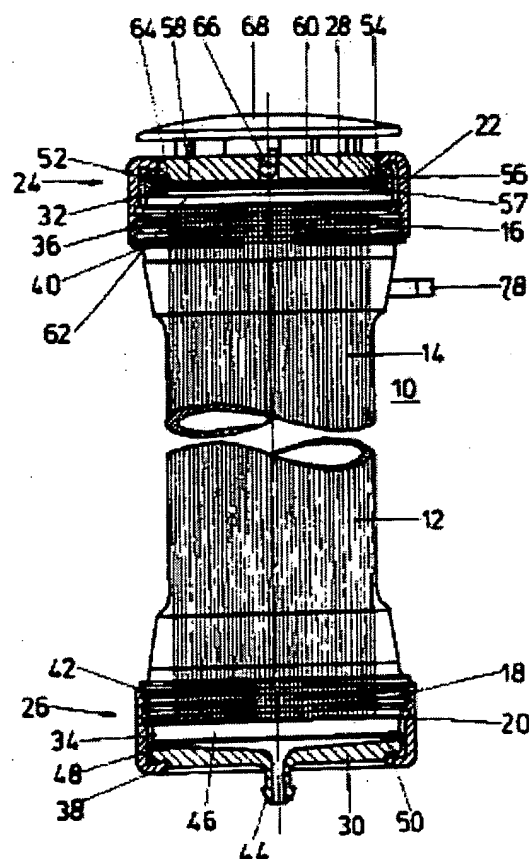
Priority number(s): DE19904027531 19900831

Report a data error here

Abstract of DE4027531

A filter has an outer casing holding a bundle of open-ended hollow microporous hydrophilic fibres, with the ends in cast layers. Between the cast layers and sealingly applied end caps are hollow antechambers. Incoming liq. flows between the first antechamber and the fibre interiors into the far end antechamber. The latter is divided by a transverse hydrophobic microporous filter disc for removing air from the aq. soln., and with its perimeter gripped between sealing rings. **ADVANTAGE** - Air sepn. disc cannot be spoiled by wetting in normal use.

A filter has an outer casing holding a bundle of open-ended hollow microporous hydrophilic fibres, with the ends in cast layers. Between the cast layers and sealingly applied end caps are hollow antechambers. Incoming liq. flows between the first antechamber and the fibre interiors into the far end antechamber. The latter is divided by a transverse hydrophobic microporous filter disc for removing air from the aq. soln., and with its perimeter gripped between sealing rings.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 40 27 531 C 1

51 Int. Cl. 5:
B 01 D 63/02
B 01 D 69/12
A 61 L 2/00
A 61 M 1/34
// C 02F 1/44

21 Aktenzeichen: P 40 27 531.0-41
22 Anmeldetag: 31. 8. 90
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 25. 7. 91

DE 40 27 531 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Fresenius AG, 6380 Bad Homburg, DE

74 Vertreter:
Fuchs, J., Dr.-Ing. Dipl.-Ing. B.Com.; Luderschmidt,
W., Dipl.-Chem. Dr.phil.nat.; Seids, H., Dipl.-Phys.;
Mehler, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 6200
Wiesbaden

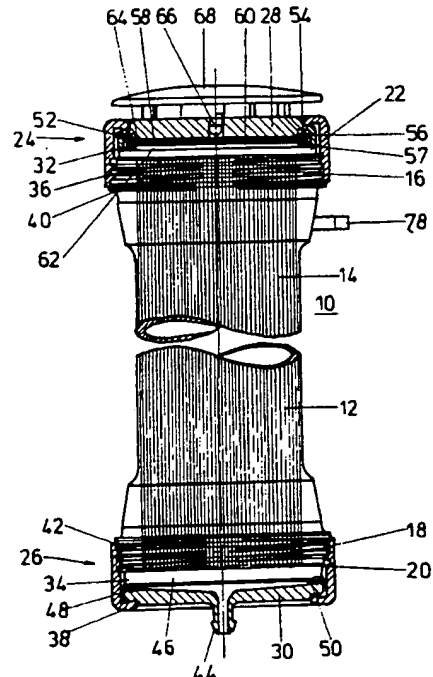
72 Erfinder:
Peter, geb. Wilde, Monika, Dipl.-Ing., 6384
Schmitt, DE; Wamsiedler, Ralf, 6380 Bad
Homburg, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 34 44 671 A1
DE 32 15 003 A1

54 Filter zum Entfernen von Luft und Sterilisieren einer wässrigen Flüssigkeit

57 Filter zum Entfernen von Luft und Sterilisieren einer
wässrigen Flüssigkeit, aufweisend eine Vielzahl von Hohlfas-
ern (14) in einem Gehäuse (12), das an seinen Enden mit
Abdeckkappen (28, 30) verschlossen ist. Zwischen Abdeck-
kappe (28) und dem Ende des Gehäuses (12) befindet sich
ein zweiter Vorraum (60), der durch eine hydrophobe
Filterscheibe (58) in einen ersten Teilraum (62) und einen
zweiten Teilraum (64) geteilt ist, wobei der zweite Teilraum
(64) mit der Atmosphäre über eine Öffnung (66) in der
zweiten Abdeckkappe (28) verbunden ist.



DE 40 27 531 C 1

Die Erfindung betrifft einen Filter zum Entfernen von Luft und Sterilisieren einer wäßrigen Flüssigkeit gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Insbesondere in der Medizintechnik werden Filter benötigt, die einerseits aufgrund ihrer mikroporösen Eigenschaften geeignet sind, eine wäßrige Lösung zu sterilisieren, und andererseits dazu eingesetzt werden sollen, in der wäßrigen Flüssigkeit befindliche Gase abzutrennen. Üblicherweise werden hierzu zwei unterschiedlich Filter eingesetzt, nämlich ein hydrophiles mikroporöses Filter, mit dem die wäßrige Lösung von ihren Kontaminationen befreit wird, und ein hydrophobes Filter, das bei den Anwendungsdrücken nur für Luft, nicht jedoch für die wäßrige Flüssigkeit durchlässig ist.

Derartige Filter werden insbesondere bei der Hämodialyse oder Hämodiafiltration benötigt, bei denen die Dialysier- oder Substitutionsflüssigkeit im sterilen Zustand für das Blutreinigungsverfahren einzusetzen ist, wobei zur Vermeidung von Bilanzierungsfehlern oder zur Abwendung der Emboliegefahr in der Flüssigkeit frei vorliegende Gase abzuscheiden sind.

Ein derartiges Filter ist beispielsweise aus der DE-OS 34 44 671 bekannt. Dieses bekannte Filter besteht aus einem hydrophilen Filterteil, auf dessen Ausgangsstutzen eine Ausgleichskammer aufgesetzt ist, die wiederum mit einem hydrophoben Filter verschlossen ist. Es hat sich nunmehr herausgestellt, daß das hydrophobe Verschlußfilter trotz sorgfältiger Auswahl des hydrophoben Materials und der Porengröße im Betriebszustand häufig von Wasser benetzt und damit wasserdurchlässig wird. Zugleich wird beim Benetzen das Filter selbst gasundurchlässig und kann somit nicht mehr zur Abscheidung von Gasen eingesetzt werden.

Eine weitere Vorrichtung ist aus der DE-OS 32 15 003 bekannt, bei der in die Leitung, mit der frische Dialysierflüssigkeit dem Dialysator zugeführt wird, ein hydrophobes Filter zur Luftabscheidung eingesetzt wird. Diese Anordnung hat jedoch den Nachteil, daß wiederum ein weiteres hydrophiles Filter zum Sterilisieren der frischen Dialysier- oder Substitutionsflüssigkeit eingesetzt werden müßte.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine möglichst billige Filteranordnung zur Verfügung zu stellen, mit der eine wäßrige Flüssigkeit, insbesondere eine Dialysier- oder Substitutionsflüssigkeit zugleich sicher entgast und sterilisiert werden kann, ohne daß es zu einem Benetzen der hydrophoben Membran unter üblichen Betriebsbedingungen kommt.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Überraschenderweise wurde nunmehr festgestellt, daß man mit der erfindungsgemäßen Filteranordnung sowohl einen Sterilisationsvorgang als auch einen Entlüftungsvorgang in einer Dialysier- und/oder Substitutionsflüssigkeit durchführen kann, ohne daß die hydrophobe Filteranordnung durch Benetzen mit Wasser für Luft undurchlässig wird. Von besonderem Vorteil ist der Einsatz eines üblichen High-Flux-Dialysefilters, wie er bei der üblichen Hämodialyse für die Sterilfiltration zum Einsatz kommt. Derartige Filter sind aufgrund ihrer Materialeigenschaften hydrophil und bestehen beispielsweise aus Polysulfon, das mit Hilfe von Polyvinylpyrrolidon hydrophilisiert wurde, Celluloseacetat, Polyacrylnitril oder dergleichen und haben üblicherweise eine Membranoberfläche zwischen 1 und 3 m². Aufgrund ihrer Highflux-Eigenschaften liegt die Wasserdurchlässig-

keit derartiger hydrophiler Filter gewöhnlich über 30 ml/h m² mmHg. Besonders vorteilhaft wird ein hydrophilisierter Polysulfonfilter der Anmelderin mit der Bezeichnung F60 oder F80 eingesetzt.

Derartige Membranen liegen üblicherweise in Form von Hohlfasern vor, die einen Innendurchmesser von etwa 0,2 mm, eine Wandstärke von ca. 20–30 µm und mittlere Porengrößen unterhalb 0,5 µm insbesondere unterhalb 0,1 µm aufweisen.

Ca. 9000–10 000 derartiger Hohlfasern sind in einem im wesentlichen zylindrischen Gehäuse untergebracht, dessen Enden mit einer Vergußschicht verschlossen sind, in die die Hohlfasern eingebettet sind. Eine solche Vergußschicht kann beispielsweise aus Polyurethan bestehen, das in situ aushärtet, wobei anschließend durch teilweise erfolgreiches Abschneiden der Enden die Faseröffnungen wieder geöffnet werden.

Als Material für die hydrophobe Membranschicht können die üblichen hydrophoben Polymeren eingesetzt werden, wie PTFE, Polysulfone oder Polyolefine, beispielsweise Polyethylen oder Polypropylen.

Üblicherweise befindet sich die hydrophobe Membran als Composit-Anordnung auf einer Stützstruktur, die üblicherweise ebenfalls aus einem hydrophoben Polymerisat besteht. Diese Stützstruktur ist wiederum porös, wobei deren Poren üblicherweise um 2 bis 3 Größenordnungen größer sind als die Poren der mikroporösen hydrophoben Membran. Insofern ist die mikroporöse hydrophobe Membran für die Wasserdurchlässigkeit dieses Membranbereichs bestimmend.

Die Stützstruktur kann in Form eines Flieses vorliegen oder aber auch in Form einer Lochfolie, wobei letztere Ausführungsform bevorzugt ist, da Lochfolien eine wesentlich geringere Oberfläche als Fliese besitzen und sich in ihnen kein Wasser ansammeln kann.

Die Poren bzw. Löcher derartiger Stützfolien liegen üblicherweise in einem Bereich von 0,2–1 mm, vorzugsweise bei etwa 0,5–0,7 mm.

Die Porengröße der hydrophoben Membran liegt dagegen bei höchstens 3 µm, vorzugsweise unterhalb 0,3 µm, insbesondere in einem Bereich zwischen 0,02–0,2 µm. Dabei ist zu beachten, daß mit geringer werdender mittlerer Porengröße der Wasserdurchtrittsdruck steigt. So steigt der Wasserdurchtrittsdruck bei einer Membran mit einer mittleren Porengröße von 0,2 µm von etwa 2,5 bar auf 20 bar an, wenn die Membran eine mittlere Porengröße von etwa 0,02 µm besitzt.

Für die erfindungsgemäßen Zwecke wird die mittlere Porengröße entsprechend dem Einsatzzweck bzw. dem maximalen Druck gewählt, mit dem die Membran belastet wird. Treten dabei nur Maximaldrücke von etwa 0,5–0,6 bar auf, so ist eine hydrophobe Membran mit einer mittleren Porengröße von etwa 0,2 µm ausreichend. Falls jedoch größere Grenzdrücke auftreten, beispielsweise Drücke von 1,5–2 bar, ist es zweckmäßig, eine Membran mit einer geringeren mittleren Porengröße einzusetzen, beispielsweise 0,02 µm, wenn Grenzdrücke von 1,6–2 bar erreicht wird. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß Membranen, die eine mittlere Porengröße von 0,2 µm und einen Wasserdurchtrittsdruck von 2,7 bar, aufweisen keine ausreichende Standzeit aufweisen, da es bei Grenzbelastungen von etwa 1,6 bar zu einem Aufweiten der Poren und damit zu einem Durchtritt von wäßriger Flüssigkeit durch die Poren der Membran kommt.

Es ist nochmals festzustellen, daß es für die Zwecke der Sterilität und Belüftung ausreicht, wenn die Poren der hydrophoben Membran kleiner 3 µm sind, wobei im

letzteren Fall nur sehr geringe Grenzdrücke auftreten sollen.

Die Dicke derartiger Composite-Membranen liegt üblicherweise bei 0,5–0,7 mm, wobei die hydrophoben Membranen selbst nur zu etwa 1–2% an der Gesamtdicke beteiligt ist. Im übrigen können natürlich auch an Stelle von Composite-Membranen andere asymmetrische Membranen mit integraler Stützstruktur, d. h. Membranen, die aus einem einheitlichen hydrophoben Material bestehen, eingesetzt werden.

Weitere Merkmale, Vorteile und Ausführungsformen der Erfindung sind aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels ersichtlich.

Es zeigen

Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Filter und

Fig. 2 eine schematische Skizze der Anordnung eines erfindungsgemäßen Filters mit Zuführungs- und Abführungsleitung.

In Fig. 1 ist mit 10 eine Filteranordnung dargestellt, mit der wäßrige Flüssigkeiten sowohl sterilisiert als auch entlüftet werden können.

Die Filteranordnung 10 weist ein im wesentlichen zylindrisches Gehäuse 12 auf, durch das sich eine Vielzahl von Hohlfasern 14 erstreckt. An den jeweiligen Enden des Gehäuses 12 sind die Hohlfasern 14 in eine Vergußschicht 16 bzw. 18 derart eingebettet, daß die nicht gezeigten Zuführungsöffnungen der Hohlfasern 14 nach außen offen sind. Eine derartige Anordnung mit hydrophilen Hohlfasern 14, die eine mikroporöse Membran auf der inneren Oberfläche aufweisen, ist bei Dialysatoren bekannt.

Die Endflächen 20 und 22 des Gehäuses 12 und der Vergußschichten 16 und 18 sind im wesentlichen plan, wobei sie durch die Faseröffnungen mit den Lumina der Hohlfasern in Strömungsverbindung sind.

Auf die ebenen Endflächen 20 und 22 ist eine Abdeckanordnung 24 und 26 aufgesetzt, die im Beispielsfall aus einer Abdeckkappe 28, 30 besteht, die im wesentlichen aus einer kreisförmigen Platte ausgebildet ist und an ihrem Rand in einen überstehenden Ring 32, 34 umgebördelt ist. Dabei entspricht der Durchmesser des Rings 32, 34 in etwa dem Durchmesser des Gehäuses 12 und sitzt nach dem Befestigen mit einem die Abdeckkappe 28, 30 übergreifenden Schraubring fest auf dem Gehäuse auf. Im Beispielsfall ist der Schraubring 36, 38 in entsprechende auf dem Gehäuse 12 angeordnete Schraubeinrichtungen 40, 42 befestigbar. Andererseits kann jedoch ein derartiger Schraubring als einfacher Befestigungsring ausgebildet sein, der durch Verschweißen oder sonstige Befestigungsverfahren mit dem Gehäuse in eine feste Verbindung gebracht wird.

In der Gebrauchslage ist der untere Bereich der Filteranordnung 10 zur Zuführung der wäßrigen Flüssigkeit vorgesehen. Insofern weist die zweite Abdeckkappe 30 einen Zuführungsstutzen 44 auf, mit dem die wäßrige Flüssigkeit durch die Abdeckkappe 30 hindurch in einen ersten Vorraum 46 geführt wird, der durch den in der Abdeckkappe 36 befindlichen Raum zwischen der Endfläche 22 des Gehäuses 12 gebildet wird. Es sei noch hinzugefügt, daß im Ring 34 eine Ringnut 48 vorgesehen ist, in die ein Dichtungsring (O-Ring) 50 derart eingelegt ist, daß er die Ringnut 48 im ungepreßten Zustand überragt. Beim Befestigen der Abdeckkappe 30 mit dem Ring 34 kommt es daher zu einer Pressung des Dichtungsringes 50 und somit zu einer wirksamen Abdichtung des Vorraums 46 gegenüber der Umgebung. Die Ringnut 48 kann im übrigen auch am Umgangsrand der

Abdeckkappe 30 vorgesehen sein.

Auf der gegenüberliegenden, also der in der Gebrauchslage oberen Seite der Filteranordnung 10, ist vorteilhafterweise abweichend von der vorstehend beschriebenen Dichtungsanordnung 48 und 50 die Dichtungsanordnung nicht unmittelbar im Ring 32 vorgesehen. Vielmehr ist die zweite Dichtungsanordnung 52 konzentrisch zum Ring 32 und benachbart hierzu in einer Ringnut 54 vorgesehen, die in die Innenoberfläche der Abdeckkappe 28 und an deren Umfangsrand eingelassen ist.

Die Dichtungsanordnung 52 besteht im Beispielsfall aus zwei ringförmigen Dichtungen 56 und 57, die in ihrem Durchmesser derart ausgebildet sind, daß sie in ihrer Dicke den umgebördelten Ring 32 überragen, so daß sie beim Befestigen der Abdeckkappe 28 gepreßt werden. Diese Pressung soll vorzugsweise 30–50% betragen. Der umgebördelte Ring 32 dient daher als reine Abstandhalter- und Preßanordnung.

Zwischen den Dichtungsringen 56 und 57 ist eine Dichtungsscheibe 58 aus hydrophobem mikroporösem Membranmaterial vorgesehen, wie es eingangs beschrieben worden ist. Diese Dichtungsscheibe 58 teilt den zweiten, in der Abdeckkappe 28 im Einbaustand gebildeten Vorraum 60 in zwei Teilräume 62 und 64, wobei der erste Teilraum 62 der Endfläche 20 unmittelbar gegenüberliegt und somit durch die Lumina der Hohlfasern 14 mit dem ersten Vorraum 46 in direkter Strömungsverbindung steht. Der zweite Teilraum 64 ist der Innenoberfläche der Abdeckkappe 28 zugewandt, die über wenigstens eine Öffnung 66 die Umgebung und den zweiten Teilraum 64 strömungsmäßig verbindet. Im Beispielsfall kann auch eine Vielzahl von Öffnungen 66 in der Abdeckkappe 28 zu Zwecken der Belüftung vorgesehen sein. Diese Öffnungen 66 sind mit einer Pilzförmigen Schutzanordnung 28 vor Berühren und Staubeinwirkung im wesentlichen gesichert.

Im Beispielsfall ist die Dichtungsscheibe 62 zwischen zwei Dichtungsringen 56 und 57 angeordnet, die jedoch auch integral ringförmig auf die Dichtungsscheibe aufgebracht sein können, beispielsweise durch Aufspritzen einer Kunststoffdichtung. Im Einbaustand liegt die hydrophobe Filterscheibe 58 auf der Innenoberfläche der Abdeckkappe 28 im wesentlichen an, so daß der zweite Teilraum 64 nur eine geringe Dickenabmessung aufweist. Demgegenüber soll der erste Teilraum 62 spaltförmig ausgebildet sein, so daß die Dichtungsscheibe 58 bei Druckbelastungen in dem Vorraum 60 aufgrund der unterschiedlichen Druckbelastungen schwingen und somit eine Pumpwirkung entfalten kann. Hierdurch wird eine aktive Beförderung der im Vorraum 60 befindlichen Fluide durch die Poren der Filterscheibe 58 für gasförmige Medien und durch die Öffnungen der Hohlfasern 14 für flüssige Medien gewährleistet. Es kommt daher nicht zu einer stationären Ausbildung einer im Vorraum 60 befindlichen Wassersäule, die keine Förderung von Gasen durch die Lumina der Hohlfasern 14 mehr zuläßt.

In Fig. 2 ist schematisch der Einsatz der Filteranordnung 10 in einer HDF-Anordnung gezeigt, wie sie aus der DE-OS 34 44 671 bekannt ist. Dabei entspricht die Filteranordnung 10 der in der Figur der DE-OS gezeigten Filteranordnung mit den Bezugszeichen 78–88.

Der Zuführungsstutzen 44 ist mit einer Zuführungsleitung 70 verbunden, in die eine peristaltische Pumpe 72 eingeschaltet ist. Die Zuführungsleitung 70 ist dabei mit dem Innenraum der Hohlfasern 14 in Strömungsverbindung und bildet mit diesem eine erste Kammer 74,

die von der zweiten Kammer 76 durch die Membran der Hohlfasern 14 getrennt ist. Diese zweite Kammer 76 ist auslaßseitig wenigstens mit einem Abführungsstutzen 78 versehen, über den die sterilisierte Flüssigkeit abgeführt werden kann. Beispielsweise sind zwei Abführungsstutzen 78 gezeigt, da die handelsüblichen Filtergehäuse üblicherweise zwei Stutzen aufweisen. An den Abführungsstutzen 78 schließt sich dann eine Abführungsleitung 80 an. Dabei entsprechen die Zuführungsleitung 70, die peristaltische Pumpe 72 und die Abführungsleitung 80 den entsprechenden Teilen 74, 76 und 90 gemäß der Ausführungsform der DE-OS 34 44 671, auf deren Offenbarung ausdrücklich Bezug genommen wird.

Die in Fig. 2 gezeigte Anordnung wird entsprechend der in der vorstehend genannten DE-OS betrieben, wobei die Flüssigkeit in Richtung der Pfeile gemäß Fig. 2 strömt.

Patentansprüche

1. Filter zum Entfernen von Luft und Sterilisieren einer wäßrigen Flüssigkeit, aufweisend eine Vielzahl von hydrophilen mikroporösen Hohlfasern (14) in einem Gehäuse (12), das an seinen Enden jeweils eine Vergußschicht (16, 18) aufweist, in die die jeweiligen Enden der Hohlfasern (14) eingebettet sind, wobei das Lumen der Hohlfasern (14) offen ist, auf die Enden des Gehäuse (12) jeweils aufgesetzte Abdeckkappen (28, 30), wobei zwischen der Innenseite der Abdeckkappen (28, 30) und den Endflächen (20, 22) der Vergußschichten (16, 18) jeweils ein Vorraum (46, 60) gebildet ist, einen Zuführungsstutzen (44), der in Gebrauchslage unten am ersten Vorraum (46) angebracht und eine Strömungsverbindung durch diesen Vorraum (46) mit den Lumina der Hohlfasern (14) und dem zweiten Vorraum (60) schafft, einen Abführungsstutzen (78), der am Gehäuse (12) angebracht ist und eine Strömungsverbindung mit der zweiten Kammer (76) schafft, die zwischen der Außenfläche der Hohlfasern (14) und dem zwischen den Vergußschichten (16, 18) eingeschlossenen Raum des Gehäuses (12) gebildet ist, ein mikroporöses hydrophobes Filter (58), das im Bereich des oberen zweiten Vorraums (60) zum Entlüften der wäßrigen Flüssigkeit angeordnet ist und eine Entlüftungsöffnung (66) im Bereich des oberen Vorraums (60), dadurch gekennzeichnet, daß sich das Filter (58) scheibenförmig durch den oberen zweiten Vorraum (60) erstreckt und diesen in zwei Teilräume (62 und 64) teilt.
2. Filter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterscheibe (58) an ihren Rändern in eine Dichtungsanordnung (52) eingespannt ist, die von der ersten Abdeckkappe (28) gegen das Gehäuse (12) festgelegt ist.
3. Filter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtungsanordnung (52) aus zwei Dichtungsringen besteht, zwischen denen die hydrophobe Filterscheibe (58) an ihren Rändern angeordnet ist.
4. Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdeckkappe (28, 30) mit einem sie übergreifenden Ring (32, 34) gegen das Gehäuse (12) festgelegt ist.

5. Filter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdeckkappe (28, 30) auf der dem Vorraum (46, 60) zugewandten Seite in ihrem Randbereich eine radial umlaufende Ringnut (54) aufweist, in die die Dichtung (50, 52) zumindest teilweise einlegbar ist.

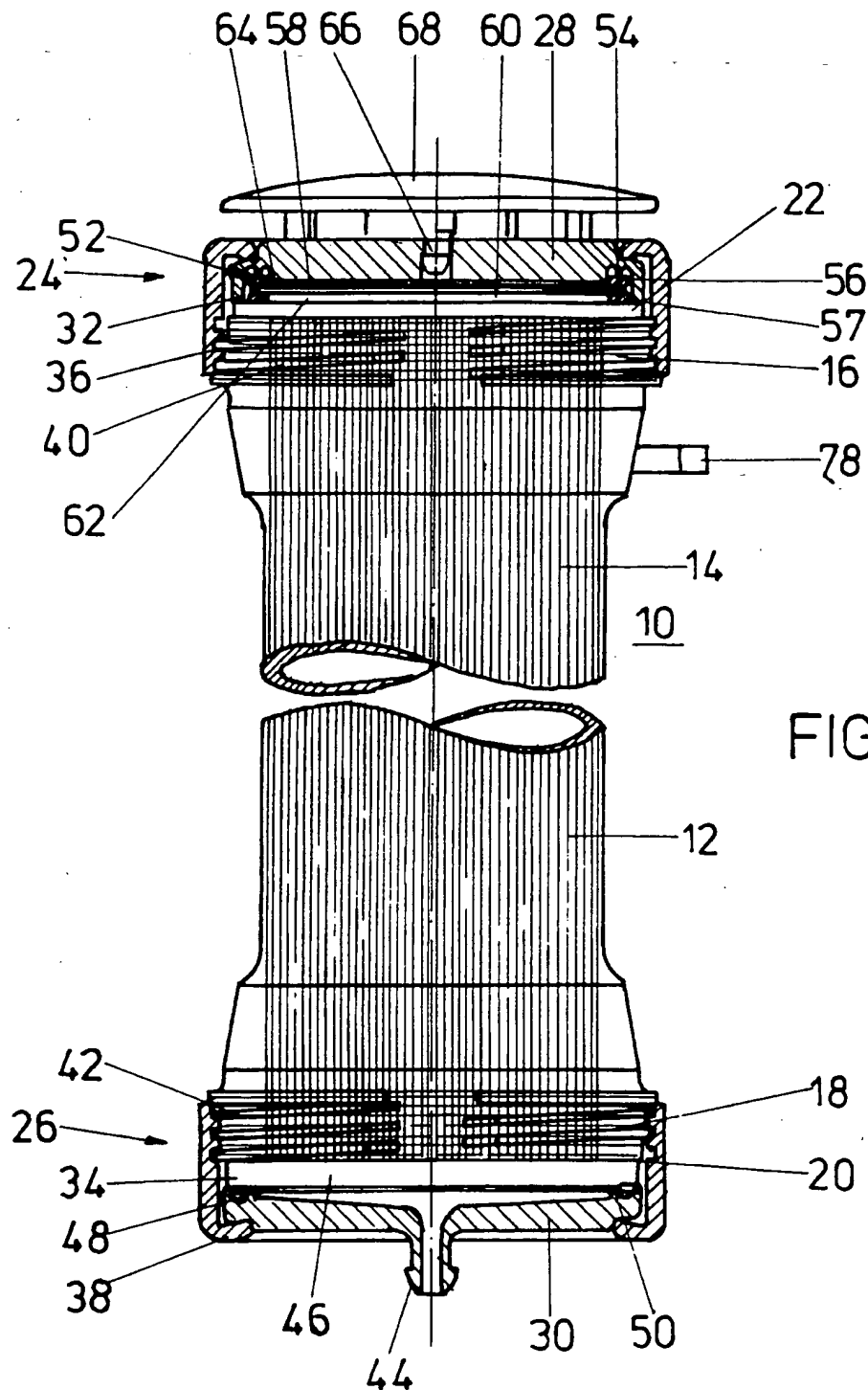
6. Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Material der hydrophoben Filterscheibe (58) aus PTFE, Polysulfonen oder Polyolefinen besteht.

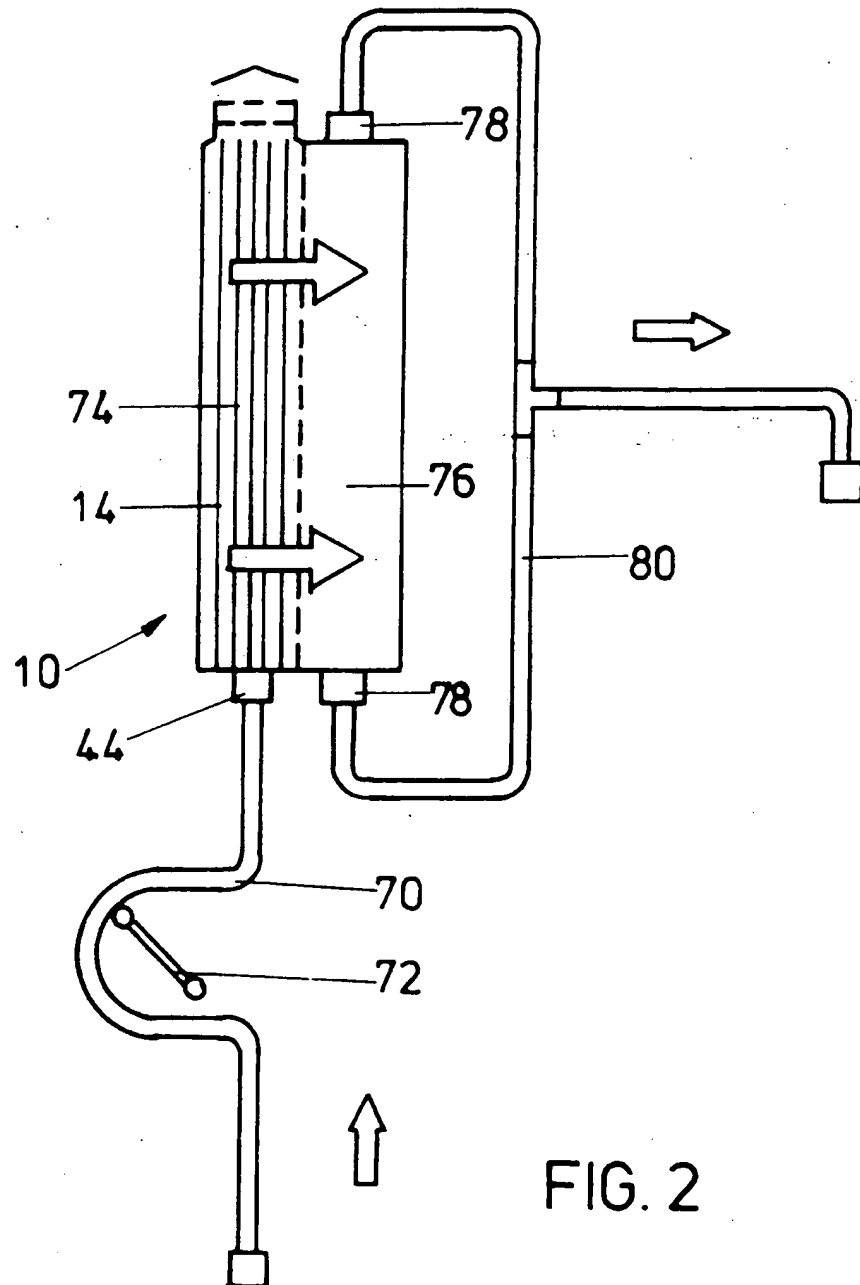
7. Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die hydrophobe Membran der Filterscheibe (58) eine Porengröße $< 3 \mu\text{m}$, vorzugsweise $< 0,2 \mu\text{m}$, insbesondere zwischen $0,02 - 0,2 \mu\text{m}$ und eine bubble point von wenigstens 2 bar aufweist.

8. Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Oberfläche der hydrophoben Filterscheibe zu der Gesamtlu-menquerschnittsfläche der Hohlfasern (14) in einem Bereich von 7 : 1 bis 3 : 1, vorzugsweise bei etwa 5 : 1 liegt.

9. Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 10 dadurch gekennzeichnet, daß die hydrophobe Filterscheibe aus einer Composite-Anordnung, enthaltend eine hydrophobe Membran auf einer Stützstrukturanordnung, besteht, wobei die Stützstrukturanordnung Poren aufweist, die um zwei bis drei Größenordnungen größer sind als die Poren der hydrophoben Membran.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.